# PART2 クーロンの法則

目標　電荷間にはたらく力を表すクーロンの法則を学びましょう。

## Chapter1　クーロンの法則

### クーロンの法則

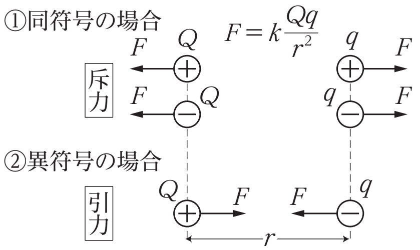
　2 つの電荷間にはたらく静電気力 ( クーロン力 ) の大きさ $F$ は

( $k$：クーロンの法則の比例定数　$Q$，$q$：電気量の大きさ [C]
$r$：電荷間の距離 [m])

と表される。これを**クーロンの法則**という。

　力の向きは

①正と正，負と負，同じ符号の電荷間では斥力
②正と負，異なる符号の電荷間では引力




**重要**
クーロンの法則の式は，万有引力の式
$$f = G\frac{Mm}{r^2}$$
と同じ形です。

**知っておこう**
クーロンの法則の比例定数
$k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$

**重要**
このように，離れていても作用する力を，**遠隔作用**といいます。

**まとめ**

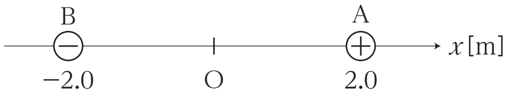
クーロンの法則：$f = k\frac{Qq}{r^2}$

異なる符号　⇒　引力
同符号　⇒　斥力

< Note >

# Chapter2　演習問題

図のように真空中に $x$ 軸を設定し，原点を O とする。この座標軸上の点 A($x$ = 2.0 m) に電気量 $2.0 \times 10^{-10}$ C の点電荷を，点 B($x$ =－ 2.0 m) に電気量－ $4.0 \times 10^{-10}$ C の点電荷をそれぞれ固定する。クーロンの法則の比例定数を $9.0 \times 10^{9}$ N・$m^2/C^2$ とする。




**問 1**　点 A の点電荷が受ける静電気力の大きさと向きを求めよ。

**問 2**　点 B の点電荷が受ける静電気力の大きさと向きを求めよ。

< Note >

# 第11講 PART2 確認問題

**問1** 真空中において，$x$ 軸上の $x = -1.0\,\mathrm{m}$ の位置に電気量$+1.0 \times 10^{-10}\,\mathrm{C}$ の点電荷Aを置き，$x = 2.0\,\mathrm{m}$ の位置に電気量$+2.0 \times 10^{-10}\,\mathrm{C}$ の点電荷Bを置いた。なお，クーロンの法則の比例定数を $9.0 \times 10^{9}\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$ とする。

(1) 点電荷Aにはたらく静電気力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $1.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$　② $2.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$
③ $3.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$　④ $6.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$

(2) 点電荷Aにはたらく静電気力の向きとして最も適当なものを，①，②のうちから一つ選べ。

① $x$ 軸の正の向き　② $x$ 軸の負の向き

(3) 点電荷Bにはたらく静電気力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $1.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$　② $2.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$
③ $3.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$　④ $6.0 \times 10^{-11}\,\mathrm{N}$

(4) 点電荷Bにはたらく静電気力の向きとして最も適当なものを，①，②のうちから一つ選べ。

① $x$ 軸の正の向き　② $x$ 軸の負の向き

**問２**　真空中において，$x$ 軸上の $x = 1.0$ m の位置に電気量＋$2.0 \times 10^{-10}$ C の点電荷 A を置き，$x = 4.0$ m の位置に電気量＋$8.0 \times 10^{-10}$ C の点電荷 B を置いた。さらに，電気量＋$1.0 \times 10^{-10}$ C の点電荷 C を先ほどの２つの点電荷 A, B の間に置いたところ，点電荷 C にはたらく力がつりあった。点電荷 C の位置を $x = r$[m] とするとき，$r$ の値として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　1.5 m　　②　2.0 m

③　2.5 m　　④　3.0 m

# 第 11 講　電気

## PART1　静電気

ア　導体

イ　絶縁体

ウ　電子

エ　異

オ　同

カ　静電誘導

## PART2　クーロンの法則

問 1　$4.5 \times 10^{-11}$ N　$x$ 軸の負方向

問 2　$4.5 \times 10^{-11}$ N　$x$ 軸の正方向

## PART3　電場

問 1　$k\dfrac{Q}{a^2}$　$x$ 軸の負の向き

問 2　$k\dfrac{Q}{a^2}$　$y$ 軸の正の向き

問 3　$\dfrac{\sqrt{2}kQ}{a^2}$

## PART4　電位

問 1　0

問 2　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQ}{r}$

問 3　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

問 4　$\dfrac{5-\sqrt{5}}{5}\cdot\dfrac{kQq}{r}$

## PART5　一様な電場

問 1　200 V/m

問 2　20 V

問 3　60 V

問 4　$4.0 \times 10^{-4}$ N

問 5　$8.0 \times 10^{-5}$ J

## PART6　電気力線とガウスの法則

問 1　$4\pi kQ$ 本

問 2　$4\pi r^2$

問 3　$\dfrac{kQ}{r^2}$

## PART7　物質内の電場

問 1　$\varepsilon_r \varepsilon_0 = 4.0\varepsilon_0$

問 2　2.5 V/m

## PART8　コンデンサー

問 1　$6.0 \times 10^{-6}$ C

問 2　$3.0 \times 10^{-6}$ C

## PART9　コンデンサーと誘電体

問 1　6.0 $\mu$F

問 2　$1.2 \times 10^{-5}$ C

## PART10　合成容量

問 1　1.2 $\mu$F

問 2　5.0 $\mu$F

## PART11　コンデンサーの接続

$9.0 \times 10^{-6}$ C

## PART12　静電エネルギー

問1　$9.0 \times 10^{-6}$ J

問2　$9.0 \times 10^{-6}$ J

# 第 11 講　PART2　確認問題　解答

## 問 1

(1)　②

解説：

$$F=k\frac{Qq}{r^2}=(9.0\times10^{9})\times\frac{(1.0\times10^{-10})\times(2.0\times10^{-10})}{\{2.0-(-1.0)\}^2}$$

$=2.0\times10^{-11}$ N

(2)　②

解説：

2 つの点電荷は同符号であるから，その間にはたらく静電気力は斥力となり，点電荷 A にはたらく静電気力は $x$ 軸の負の向き。

(3)　②

解説：

2 つの点電荷A，Bにはたらく静電気力の大きさは等しい（作用・反作用の関係）ので，(1)より，$F=2.0\times10^{-11}$ N

(4)　①

解説：

2 つの点電荷は同符号であるから，その間にはたらく静電気力は斥力となり，点電荷 B にはたらく静電気力は $x$ 軸の正の向き。

## 問 2

②

解説：

点電荷 C と点電荷 A の間に働く静電気力は

$$F_{AC}=k\frac{(1.0\times10^{-10})\times(2.0\times10^{-10})}{(r-1.0)^2}=k\frac{2.0\times10^{-20}}{(r-1.0)^2}\ [\mathrm{N}]$$

であり，点電荷 C には $x$ 軸の正の向き。

点電荷 C と点電荷 B の間に働く静電気力は

$$F_{BC}=k\frac{(1.0\times10^{-10})\times(8.0\times10^{-10})}{(4.0-r)^2}=k\frac{8.0\times10^{-20}}{(4.0-r)^2}\ [\mathrm{N}]$$

であり，点電荷 C には $x$ 軸の負の向き。

この 2 つの力がつりあうので

$$k\frac{2.0\times10^{-20}}{(r-1.0)^2}=k\frac{8.0\times10^{-20}}{(4.0-r)^2}$$

これを解いて，$r=2.0$ m（$r=-2.0$ m は不適）